



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **11146429 A**(43) Date of publication of application: **28.05.99**

(51) Int. Cl.

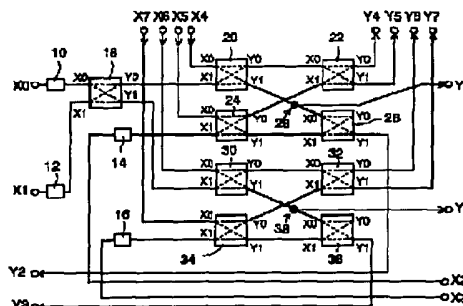
H04Q 3/52**H04B 10/02**(21) Application number: **09303035**(71) Applicant: **KDD**(22) Date of filing: **05.11.97**(72) Inventor: **MIYAZAKI TETSUYA
YAMAMOTO SHU**(54) **OPTICAL SWITCH CIRCUIT**

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an optical switch circuit capable of freely switching optical signals between plural optical transmission lines.

SOLUTION: An optical switch 18 can through-output or cross-output the input light of light input terminals X0 and X1 and the output light of the port Y0 of the optical switch 18 is inputted through the optical switch 20 for addition/drop selection to a branching coupler 28 and bisected. One of divided light is impressed to a light output terminal Y0 and the other divided light is impressed to the port X0 of the optical switch 26. The input light of the light input terminal X2 is inputted through the optical switch 24 for addition/drop to the port X1 of the optical switch 26 and the input light of the port X0 or the input light of the port X1 is outputted to the light output terminal Y2 by the optical switch 26. The branching coupler 38 and the optical switch 36 are similarly operated to the output light of the port Y1 of the optical switch 18 and the input light of the light input terminal X3 as well.



(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平 1 1 - 1 4 6 4 2 9

(43) 公開日 平成 11 年 (1999) 5 月 28 日

(51) Int. Cl. °

識別記号

F I

H 0 4 Q 3/52

H 0 4 Q 3/52

B

H 0 4 B 10/02

H 0 4 B 9/00

T

審査請求 未請求 請求項の数 3 0

O L

(全 1 5 頁)

(21) 出願番号 特願平 9 - 303035

(71) 出願人 000001214

ケイディディ株式会社

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号

(22) 出願日 平成 9 年 (1997) 11 月 5 日

(72) 発明者 宮崎 哲弥

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号 国際電信
電話株式会社内

(72) 発明者 山本 周

東京都新宿区西新宿 2 丁目 3 番 2 号 国際電信
電話株式会社内

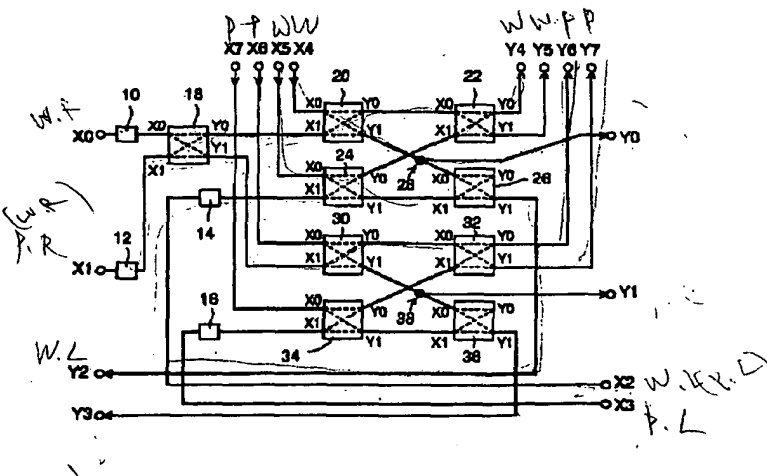
(74) 代理人 弁理士 田中 常雄

(54) 【発明の名称】 光スイッチ回路

(57) 【要約】

【課題】 多様な回線交換を実現する。

【解決手段】 光スイッチ 1 8 は、光入力端子 X 0、X 1 の入力光をスルー出力又はクロス出力できる。光スイッチ 1 8 のポート Y 0 の出力光は、アド/ドロップ選択用光スイッチ 2 0 を介して分岐カップラ 2 8 に入力して 2 分割される。一方の分割光は、光出力端子 Y 0 に、他方の分割光は光スイッチ 2 6 のポート X 0 に印加される。光入力端子 X 2 の入力光は、アド/ドロップ用光スイッチ 2 4 を介して光スイッチ 2 6 のポート X 1 に入力する。光スイッチ 2 6 により、ポート X 0 の入力光又はポート X 1 の入力光が光出力端子 Y 2 に出力される。分岐カップラ 3 8 及び光スイッチ 3 6 も、光スイッチ 1 8 のポート Y 1 の出力光及び光入力端子 X 3 の入力光に対して同様に動作する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、

第1、第2、第3及び第4の光出力端子と、

第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー接続で夫々第1の出力ポート及び第2の出力ポートから出力し、クロス接続でそれぞれ当該第2の出力ポート及び当該第1の出力ポートから出力すると共に、第3の光入力端子からの第3の入力光を第3及び第4の出力ポートの一方から出力し、第4の光入力端子からの第4の入力光を当該第3及び第4の出力ポートの他方から出力する入力側光スイッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の第1の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給する第1の光分岐手段と、

当該第1の光分岐手段の他方の分岐光と当該入力側光スイッチ手段の第3の出力ポートの出力光の何れか一方を選択して、当該第3の光出力端子に供給する第1の選択光スイッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の第2の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第2の光出力端子に供給する第2の光分岐手段と、

当該第2の光分岐手段の他方の分岐光と当該入力側光スイッチ手段の第4の出力ポートの出力光の一方を選択して、当該第4の光出力端子に供給する第2の選択光スイッチ手段とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項2】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を具備する請求項1に記載の光スイッチ回路。

【請求項3】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードと、クロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の光スイッチ手段を具備する請求項1に記載の光スイッチ回路。

【請求項4】 当該入力側光スイッチ手段が、当該2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光をドロップし、且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備し、当該第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第1の出力ポートに接続し、当該第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第2の出力ポートに接続する請求項

3に記載の光スイッチ回路。

【請求項5】 当該入力側光スイッチ手段が更に、当該第3の光入力端子からの当該第3の入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第3の入力光をドロップし、且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第4の光入力端子からの当該第4の入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第4の入力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第4の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備し、当該第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第3の出力ポートに接続し、当該第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第4の出力ポートに接続する請求項4に記載の光スイッチ回路。

【請求項6】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第1の光スイッチ手段と、
当該第3及び第4の光入力端子からの第3及び第4の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第2の光スイッチ手段とを具備する請求項1に記載の光スイッチ回路。

【請求項7】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1の2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第2の2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第1の2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第2の2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第4の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備する請求項6に記載の光スイッチ回路。

【請求項8】 夫々異なる光入力回線からの信号光が入

10

20

30

40

50

力する第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、
夫々異なる光出力回線に信号光を出力する第1、第2、
第3及び第4の光出力端子と、

当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入
力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力す
るクロス接続モードを選択自在な2×2の入力側光スイ
ッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の第1の出力光を2つに分岐
し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給する第
1の光分岐手段と、

当該第1の光分岐手段の他方の分岐光と当該第3の光入
力端子からの第3の入力光の何れか一方を選択して、当
該第3の光出力端子に供給する第1の選択光スイッチ手
段と、

当該入力側光スイッチ手段の第2の出力光を2つに分岐
し、一方の分岐光を当該第2の光出力端子に供給する第
2の光分岐手段と、

当該第2の光分岐手段の他方の分岐光と当該第4の光入
力端子からの第4の入力光の一方を選択して、当該第4
の光出力端子に供給する第2の選択光スイッチ手段と
からなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項9】 当該第1、第2、第3及び第4の光入力
端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を具
備する請求項8に記載の光スイッチ回路。

【請求項10】 更に、当該入力側光スイッチ手段の第
1の出力と当該第1の光分岐手段との間、当該入力側光
スイッチ手段の第2の出力と当該第2の光分岐手段との
間、当該第3の光入力端子と当該第1の選択光スイッ
チ手段との間、及び、当該第4の光入力端子と当該第2
の選択光スイッチ手段との間に、それぞれ、入力光をス
ルー出力するスルー出力モードと、当該入力光をドロップ
し且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モ
ードを選択自在な選択的アド／ドロップ用光スイッチ手
段を配置してある請求項8に記載の光スイッチ回路。

【請求項11】 夫々異なる光入力回線からの信号光が
入力する第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、
夫々異なる光出力回線に信号光を出力する第1、第2、
第3及び第4の光出力端子と、

当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入
力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力す
るクロス接続モードを選択自在な2×2の第1の入力側
光スイッチ手段と、

当該第3及び第4の光入力端子からの第3及び第4の入
力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力す
るクロス接続モードを選択自在な2×2の第2の入力側
光スイッチ手段と、

当該第1の入力側光スイッチ手段の第1の出力光を2つ
に分岐し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給
する第1の光分岐手段と、

当該第1の光分岐手段の他方の分岐光と当該第2の入

側光スイッチ手段の第1の出力光の何れか一方を選択し
て、当該第3の光出力端子に供給する第1の選択光スイ
ッチ手段と、

当該第1の入力側光スイッチ手段の第2の出力光を2つ
に分岐し、一方の分岐光を当該第2の光出力端子に供給
する第2の光分岐手段と、

当該第2の光分岐手段の他方の分岐光と当該第2の入力
側光スイッチ手段の第2の出力光の一方を選択して、当
該第4の光出力端子に供給する第2の選択光スイッチ手
段とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項12】 当該第1、第2、第3及び第4の光入
力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を
具備する請求項11に記載の光スイッチ回路。

【請求項13】 更に、当該第1の入力側光スイッチ手
段の第1の出力と当該第1の光分岐手段との間、当該第
1の入力側光スイッチ手段の第2の出力と当該第2の光
分岐手段との間、当該第2の入力側光スイッチ手段の第
1の出力と当該第1の選択光スイッチ手段との間、及
び、当該第2の入力側光スイッチ手段の第2の出力と当
該第2の選択光スイッチ手段との間に、それぞれ、入力
光をスルー出力するスルー出力モードと、当該入力光を
ドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロ
ップ・モードを選択自在な選択的アド／ドロップ用光ス
イッチ手段を配置してある請求項11に記載の光スイッ
チ回路。

【請求項14】 第1、第2、第3及び第4の光入力端
子と、

第1、第2、第3及び第4の光出力端子と、

第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光
をスルー接続で夫々第1の出力ポート及び第2の出力ポ
ートから出力し、クロス接続でそれぞれ当該第2の出力
ポート及び当該第1の出力ポートから出力すると共に、
第3の光入力端子からの第3の入力光を第3及び第4の
出力ポートの一方から出力し、第4の光入力端子からの
第4の入力光を当該第3及び第4の出力ポートの他方
から出力する入力側光スイッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の当該第1及び第3の出力ポ
ートの出力光をスルー接続で夫々当該第1及び第3の光
出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第3及び
第1の光出力端子に供給する第1の出力側光スイッチ手
段と、

当該入力側光スイッチ手段の当該第2及び第4の出力ポ
ートの出力光をスルー接続で夫々当該第2及び第4の光
出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第4及び
第2の光出力端子に供給する第2の出力側光スイッチ手
段と、とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項15】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第
1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の
利得を等化する利得等化手段を具備する請求項14に記
載の光スイッチ回路。

【請求項16】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の光スイッチ手段を具備する請求項13に記載の光スイッチ回路。

【請求項17】 当該入力側光スイッチ手段が、当該2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光をドロップし、且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、
当該2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備し、当該第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第1の出力ポートに接続し、当該第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第2の出力ポートに接続する請求項15に記載の光スイッチ回路。

【請求項18】 当該入力側光スイッチ手段が更に、当該第3の光入力端子からの当該第3の入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第3の入力光をドロップし、且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、
当該第4の光入力端子からの当該第4の入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第4の入力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第4の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備し、当該第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第3の出力ポートに接続し、当該第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段の所定の出力が当該入力側光スイッチ手段の第4の出力ポートに接続する請求項17に記載の光スイッチ回路。

【請求項19】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第1の光スイッチ手段と、
当該第3及び第4の光入力端子からの第3及び第4の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第2の光スイッチ手段とを具備する請求項14に記載の光スイッチ回路。

【請求項20】 当該入力側光スイッチ手段が、当該第1の2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光を

ドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第1の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第2の2×2の光スイッチ手段の第1の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第1の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第2の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第1の2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第3の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段と、

当該第2の2×2の光スイッチ手段の第2の出力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該第2の出力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な第4の選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段とを具備する請求項19に記載の光スイッチ回路。

【請求項21】 夫々異なる光入力回線からの信号光が入力する第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、夫々異なる光出力回線に信号光を出力する第1、第2、第3及び第4の光出力端子と、

当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の入力側光スイッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の第1の出力光と当該第3の光入力端子からの第3の入力光をスルー接続で夫々当該第1及び第3の光出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第3及び第1の光出力端子に供給する第1の出力側光スイッチ手段と、

当該入力側光スイッチ手段の第2の出力光と当該第4の光入力端子からの第4の入力光をスルー接続で夫々当該第2及び第4の光出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第4及び第2の光出力端子に供給する第2の出力側光スイッチ手段とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項22】 当該第1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を具備する請求項21に記載の光スイッチ回路。

【請求項23】 更に、当該入力側光スイッチ手段の第1の出力と当該第1の出力側光スイッチ手段との間、当該入力側光スイッチ手段の第2の出力と当該第2の出力側光スイッチ手段との間、当該第3の光入力端子と当該第1の出力側光スイッチ手段との間、及び、当該第4の光入力端子と当該第2の出力側光スイッチ手段との間に、それぞれ、入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該入力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な選択的アド

10

20

30

40

50

／ドロップ用光スイッチ手段を配置してある請求項21に記載の光スイッチ回路。

【請求項24】 夫々異なる光入力回線からの信号光が入力する第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、夫々異なる光出力回線に信号光を出力する第1、第2、第3及び第4の光出力端子と、

当該第1及び第2の光入力端子からの第1及び第2の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第1の入力側光スイッチ手段と、

当該第3及び第4の光入力端子からの第3及び第4の入力光をスルー出力するスルー接続モードとクロス出力するクロス接続モードを選択自在な2×2の第2の入力側光スイッチ手段と、

当該第1及び第2の入力側光スイッチ手段の第1の出力光を、スルー接続で夫々当該第1及び第3の光出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第3及び第1の光出力端子に供給する第1の出力側光スイッチ手段と、当該第1及び第2の入力側光スイッチ手段の第2の出力光を、スルー接続で夫々当該第2及び第4の光出力端子に供給し、クロス接続でそれぞれ当該第4及び第2の光出力端子に供給する第2の出力側光スイッチ手段とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

【請求項25】 当該第1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を具備する請求項24に記載の光スイッチ回路。

【請求項26】 更に、当該第1の入力側光スイッチ手段の第1の出力と当該第1の出力側光スイッチ手段との間、当該第1の入力側光スイッチ手段の第2の出力と当該第2の出力側光スイッチ手段との間、当該第2の入力側光スイッチ手段の第1の出力と当該第1の出力側光スイッチ手段との間、及び、当該第2の入力側光スイッチ手段の第2の出力と当該第2の出力側光スイッチ手段との間に、それぞれ、入力光をスルー出力するスルー出力モードと、当該入力光をドロップし且つ別の信号光を代替出力するアド／ドロップ・モードを選択自在な選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段を配置してある請求項24に記載の光スイッチ回路。

【請求項27】 第1、第2、第3及び第4の光入力端子と、

第1、第2、第3及び第4の光出力端子と、

第1及び第3の光入力端子からの第1及び第3の入力光を、スルー接続で夫々第1の出力ポート及び第2の出力ポートから出力し、クロス接続でそれぞれ当該第2の出力ポート及び当該第1の出力ポートから出力する光スイッチ手段と、

当該光スイッチ手段の第1の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第3の光出力端子に供給する第1の光分岐手段と、

当該光スイッチ手段の第2の出力ポートの出力光を2つ

に分岐し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給する第2の光分岐手段と、

当該第1の光分岐手段の他方の分岐光と当該第4の光入力端子からの第4の入力光の何れか一方を選択して、当該第4の光出力端子に供給する第1の選択光スイッチ手段と、

当該第2の光分岐手段の他方の分岐光と当該第2の光入力端子からの第2の入力光の何れか一方を選択して、当該第2の光出力端子に供給する第2の選択光スイッチ手段とからなることを特徴とする光スイッチ回路。

10

【請求項28】 更に、当該第1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を具備する請求項27に記載の光スイッチ回路。

【請求項29】 更に、当該第1、第2、第3及び第4の光入力端子、当該第1、第2、第3及び第4の光出力端子、当該光スイッチ手段、当該第1及び第2の光分岐手段、並びに当該第1及び第2の選択光スイッチ手段を、もう1系統具備する請求項27に記載の光スイッチ回路。

20

【請求項30】 2つの4ファイバ・リング光ネットワークを結合するノードに設置される請求項29に記載の光スイッチ回路。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光スイッチ回路に関し、より具体的には、複数の光伝送路間で信号光の伝搬する回線を切り替える光スイッチ回路に関する。

【0002】

【従来の技術】光通信回線、特に、光ファイバを使用する長距離の光通信回線では、複数のノードをリング状に接続するリング・ネットワークが知られており、そのネットワークでは、上り系と下り系という別方向の2つのリング伝送路が使用される。更に、通常、信頼性を高めるために、現用系と全く同じ構成の予備系の光伝送路が設けられる。従って、通常は、4ファイバ・リングになる。図14は、5つのノード1～5を接続する4ファイバ・リングの概略構成ブロック図を示す。実線が現用系の光伝送路（ワーキング伝送路）、破線が予備系の光伝送路（プロテクション伝送路）を示す。矢印は光信号の進行方向を示す。

40

【0003】

【発明が解決しようとする課題】従来、このようなリング・ネットワークでは、一旦、リングが形成されると、その後に、複数のリングを結合したり、又は1つのリングを複数のリングに分割するということは考えられていなかった。

【0004】複数のリング伝送路を相互に接続又は切り替えられる光スイッチ回路があると、このようなリング伝送路の拡張変更が容易になる。例えば、リング・ネットワークを結合したり、単一のリング・ネットワークを

50

2つのリングに分離したり、更には、異なる2つのリング間で光信号を授受することが可能になるような光スイッチ回路が望まれる。

【0005】本発明は、光信号を複数の光伝送路間で自在に切り換えられる光スイッチ回路を提示することを目的とする。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、入力側スイッチ手段により、第1及び第2の光入力端子からの信号光を相互に交換可能とする。第3及び第4の光入力端子からの信号光も相互に交換可能としても良い。これにより、各対応する2回線間で回線を切り替えられる。

【0007】入力側光スイッチ手段の第1の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給する第1の光分岐手段と、第1の光分岐手段の他方の分岐光と入力側スイッチ手段の第3の出力ポートの出力光の何れか一方を選択して、第3の光出力端子に供給する第1の選択光スイッチ手段を設けることにより、入力側光スイッチ手段により選択された第1の光入力端子又は第2の光入力端子からの信号光を第1の光出力端子又は第3の光出力端子に供給できる。第1の光分岐手段を設けたことにより、出力先として第1の光出力端子と第3の光出力端子の両方を選択でき、例えば、回線切替えに時間的余裕が生じ、予備系から現用系に復帰したいときに瞬断無しで行なえるようになる。

【0008】また、入力側光スイッチ手段の第2の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第2の光出力端子に供給する第2の光分岐手段と、第2の光分岐手段の他方の分岐光と入力側光スイッチ手段の第4の出力ポートの出力光の一方を選択して、第4の光出力端子に供給する第2の選択光スイッチ手段を設けることにより、入力側光スイッチ手段により選択された第1の光入力端子又は第2の光入力端子からの信号光を第2の光出力端子又は第4の光出力端子に供給できる。第2の光分岐手段を設けたことにより、出力先として第2の光出力端子と第4の光出力端子の両方を選択でき、例えば、回線切替えに時間的余裕が生じ、予備系から現用系に復帰したいときに瞬断無しで行なえるようになる。

【0009】第1、第2、第3及び第4の光入力端子からの各入力光の利得を等化する利得等化手段を設けることで、例えば、波長分割多重方式にも適用しやすくなる。

【0010】選択的アド／ドロップ用光スイッチ手段を適宜に配置することで、アド／ドロップするかしないかを事後的に選択できるようになる。

【0011】第1及び第2の光分岐手段並びに第1及び第2の選択手段に替えて、第1及び第2の出力側光スイッチ手段を設けても、同様の回線切替えを実現できる。但し、特定の回線に特定の信号光が常時流れることはなくなる。

【0012】本発明ではまた、第1及び第3の光入力端子からの第1及び第3の入力光を、スルー接続で夫々第1の出力ポート及び第2の出力ポートから出力し、クロス接続でそれぞれ当該第2の出力ポート及び当該第1の出力ポートから出力する光スイッチ手段と、当該光スイッチ手段の第1の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第3の光出力端子に供給する第1の光分岐手段と、当該光スイッチ手段の第2の出力ポートの出力光を2つに分岐し、一方の分岐光を当該第1の光出力端子に供給する第2の光分岐手段と、当該第1の光分岐手段の他方の分岐光と当該第4の光入力端子からの第4の入力光の何れか一方を選択して、当該第4の光出力端子に供給する第1の選択光スイッチ手段と、当該第2の光分岐手段の他方の分岐光と当該第2の光入力端子からの第2入力光の何れか一方を選択して、当該第2光出力端子に供給する第2選択光スイッチ手段とからなる。

【0013】これにより、1つの光スイッチ回路を回線切替えと選択的アド／ドロップのどちらにも使用できる。即ち、製造と保守のコストを大幅に低減できる。

【0014】2系統設け、2つの4ファイバ・リング光ネットワークを結合するノードに設置することで、2つのリングの結合分離を自在に行なえるようになる。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を詳細に説明する。

【0016】図1は、本発明の一実施例であって、現用2回線及び予備2回線で信号光の流れを自在に選択できる回線切替え機能と、必要により信号光をアド／ドロップできる選択的アド／ドロップ機能を具備する光スイッチ回路の概略構成ブロック図を示す。

【0017】本実施例は、8つの光入力端子X0～X7、8つの光出力端子Y0～Y7、4個の利得等化素子（具体的には、光アテニュエータ又は光バンドパス・フィルタなど）10、12、14、16、スルー接続とクロス接続を選択できる2×2の9個の光スイッチ20～26、30～36及び2個の光ファイバ分岐カップラ28、38からなる。光スイッチ20～26、30～36は、スルー接続では、ポートX0がポートY0に接続すると共にポートX1がポートY1に接続し、クロス接続では、ポートX0がポートY1に接続し、ポートX1がポートY0に接続する。

【0018】利得等化素子10、12、14、16は、特に波長分割多重伝送方式で必要となり、波長毎の利得を均一化したり、余分な波長成分を除去するのに使用される。前者の目的では、例えば、光アテニュエータが使用され、後者の目的では例えば光バンドパス・フィルタが使用される。

【0019】光入力端子X0、X1にはそれぞれ異なる現用回線からの信号光が入力し、光入力端子X2、X3

にはそれぞれ異なる予備回線からの信号光が入力する。光出力端子Y0, Y1はそれぞれ異なる現用回線に接続し、光出力端子Y2, Y3はそれぞれ異なる予備回線に接続する。X4, X5, X6, X7はアドすべき光の入力端子、Y4, Y5, Y6, Y7はドロップ光の出力端子である。

【0020】光入力端子X0は、利得等化素子10を介して光スイッチ18の入力ポートX0に接続し、光入力端子X1は、利得等化素子12を介して光スイッチ18の入力ポートX1に接続する。光スイッチ18は、詳細は後述するが、2つの現用回線入力光の出力先を切り替えるスイッチとして機能する。

【0021】光スイッチ18の出力ポートY0は光スイッチ20のポートX1に接続し、光入力端子X4が光スイッチ20のポートX0に接続する。光スイッチ20のポートY0は光スイッチ22のポートX0に接続する。光スイッチ20のポートY1の出力光は光ファイバ分岐カップラ28により2分割され、一方が光スイッチ26のポートX0に印加され、他方は、光出力ポートY0に印加される。

【0022】光スイッチ18の出力ポートY1は光スイッチ30のポートX1に接続し、光入力端子X6が光スイッチ30の入力ポートX0に接続する。光スイッチ30のポートY0は光スイッチ32のポートX0に接続する。光スイッチ30のポートY1の出力光は光ファイバ分岐カップラ38により2分割され、一方が光スイッチ36のポートX0に印加され、他方は、光出力ポートY1に印加される。

【0023】光入力端子X2は、利得等化素子14を介して光スイッチ24のポートX1に接続し、光入力端子X5が光スイッチ24のポートX0に接続する。光スイッチ24のポートY0は光スイッチ22のポートX1に接続する。光スイッチ22のポートY0は光出力端子Y4に接続し、光スイッチ22のポートY1は光出力端子Y5に接続する。光スイッチ24のポートY1は、光スイッチ26のポートX1に接続する。光スイッチ26のポートY0はどこにも接続せず無反射終端化されており、そのポートY1は、光出力端子Y2に接続する。

【0024】光入力端子X3は、利得等化素子16を介して光スイッチ34のポートX1に接続し、光入力端子X7が光スイッチ34のポートX0に接続する。光スイッチ34のポートY0は光スイッチ32のポートX1に接続する。光スイッチ32のポートY0は光出力端子Y6に接続し、光スイッチ32のポートY1は光出力端子Y7に接続する。光スイッチ34のポートY1は、光スイッチ36のポートX1に接続する。光スイッチ36のポートY0はどこにも接続せず無反射終端化されており、そのポートY1は、光出力端子Y3に接続する。

【0025】光スイッチ20, 24, 30, 34は回線からの信号光をスルーするか、回線からの信号光をドロ

ップして別の信号光（アド光）で代替するかを選択するスイッチである。光スイッチ22, 32は、現用回線からの信号光と予備回線からの信号光を2つの光出力端子Y4, Y5; Y6, Y7のどちらに出力するかを選択するスイッチである。光スイッチ22, 32の機能は、光出力端子Y4, Y5; Y6, Y7に接続する光受信装置内で電氣的に行なうことも可能であり、その場合には、光スイッチ22, 32は省略できる。

【0026】現用回線で障害が発生して予備回線に切り替えている状態で、現用回線が復旧した場合、予備回線から現用回線に切り替えることになるが、その切替の際に予備回線と現用回線の両方に同じ信号光が流れていると、瞬断が発生せず好都合である。本実施例では、このような瞬断を防止する目的で、光ファイバ分岐カップラ28, 38を設けている。瞬断があってもよければ、光ファイバ分岐カップラ28, 38を除去し、光スイッチ26のポートY0を光出力端子Y0に接続し、光スイッチ36のポートY0を光出力端子Y1に接続すればよい。

【0027】本実施例では、光入力端子X0の入力光の出力先として、光出力端子Y0, Y1, Y2, Y3の何れかを選択でき、これとは独立に、アド／ドロップの有無を選択できる。アド／ドロップ機能を使用しない場合には、光スイッチ20, 24, 30, 34を全てスルー接続にすればよい。アド／ドロップ機能を使用したい場合には、アド／ドロップしたい信号光の流れる光スイッチ20, 24, 30又は34をクロス接続にし、ドロップ光の受信先に合わせて光スイッチ22, 32のスルー接続／クロス接続を選択する。

【0028】理解を容易にするために、アド／ドロップ機能を使用しない場合の、信号光の流れを説明する。アド／ドロップ機能を使用しないので、光スイッチ20, 24, 30, 34は全てスルー接続になっている。

【0029】(1) 光入力端子X0の入力光を光出力端子Y0に供給したい場合、光スイッチ18をスルー接続にする。光入力端子X0の入力光は利得等化素子10、光スイッチ18のポートX0及びY0、光スイッチ20のポートX1及びY1並びに光ファイバ分岐カップラ28を介して光出力端子Y0に供給される。このとき、光入力端子X1の入力光は、利得等化素子12、光スイッチ18のポートX1及びY1、光スイッチ30のポートX1及びY1並びに光ファイバ分岐カップラ38を介して光出力端子Y1に供給される。

【0030】光スイッチ26をスルー接続にすることにより、光入力端子X2の入力光は、利得等化素子14、光スイッチ24のポートX1及びY1、並びに光スイッチ26のポートX1及びY1を介して光出力端子Y1に供給される。光入力端子X0の入力光が、光スイッチ26のポートX0に印加されているので、光スイッチ26をクロス接続にすることにより、光入力端子X0の入力

光が、光出力端子Y0と光出力端子Y2の両方に供給される。同様に、光スイッチ36をスルー接続にすることにより、光入力端子X3の入力光は、利得等化素子16、光スイッチ34のポートX1及びY1、並びに光スイッチ36のポートX1及びY1を介して光出力端子Y3に供給される。光入力端子X1の入力光が光スイッチ36のポートX0に印加されているので、光スイッチ36をクロス接続にすることにより、光入力端子X1の入力光が、光出力端子Y1と光出力端子Y3の両方に供給される。

【0031】(2) 光入力端子X0の入力光を光出力端子Y1に供給したい場合、光スイッチ18をクロス接続にする。光入力端子X0の入力光は利得等化素子10、光スイッチ18のポートX0及びY1、光スイッチ30のポートX1及びY1並びに光ファイバ分岐カップラ38を介して光出力端子Y1に供給される。このとき、光入力端子X1の入力光は、利得等化素子12、光スイッチ18のポートX1及びY0、光スイッチ20のポートX1及びY1並びに光ファイバ分岐カップラ28を介して光出力端子Y0に供給される。

【0032】光スイッチ26をスルー接続にすることにより、光入力端子X2の入力光は、(1)のケースと同様に、光出力端子Y1に供給される。光入力端子X1の入力光が、光スイッチ26のポートX0に印加されているので、光スイッチ26をクロス接続にすることにより、光入力端子X1の入力光が、光出力端子Y0と光出力端子Y2の両方に供給される。同様に、光スイッチ36をスルー接続にすることにより、(1)のケースと同様に、光出力端子Y3に供給される。光入力端子X0の入力光が光スイッチ36のポートX0に印加されているので、光スイッチ36をクロス接続にすることにより、光入力端子X0の入力光が、光出力端子Y1と光出力端子Y3の両方に供給される。

【0033】(3) 光入力端子X0の入力光を光出力端子Y2に供給したい場合、(1)のケースで説明したように、光スイッチ18をスルー接続にすると共に、光スイッチ26をクロス接続にすればよい。光スイッチ18をスルー接続にすることにより、このとき、光入力端子X1の入力光は、光出力端子Y1に供給され、更に光スイッチ36をクロス接続にすることにより光出力端子Y1と光出力端子Y3の両方に供給される。

【0034】(4) 光入力端子X0の入力光を光出力端子Y3に供給したい場合、(2)のケースで説明したように、光スイッチ18、26を共にクロス接続にすればよい。光スイッチ18をクロス接続にすることにより、このとき、光入力端子X1の入力光は、光出力端子Y0に供給され、更に光スイッチ26をクロス接続にすることにより光出力端子Y0と光出力端子Y2の両方に供給される。

【0035】ケース(1)～(4)の何れでも、信号光

をアド/ドロップしたい場合には、アド/ドロップしたい信号光の通過する光スイッチ20、24、30、34をクロス接続にすればよい。

【0036】このように、本実施例によれば、2系統の現用系の入力光の一方を2系統の現用系及び2系統の予備系の何れかの回線に選択的に供給できると共に、他方の入力光を別の回線に供給できる。これを利用して、2つのリング・ネットワークを自在に結合できる。例えば、図2に示すような2つのリングがノードAで結合しているリング・ネットワークを想定する。リング#1は、ノードA、B、C及びDからなり、リング#2はノードA、E、F、Gからなる。リング#1及び#2共に、4ファイバ・リング・ネットワークとなっている。

【0037】このようなネットワーク構成で、ノードAは、直接的には、ノードB、D、E、Gと接続する。各ノードB、D、E、Gとの間には、現用系で2本の光ファイバが接続し、予備系でも2本の光ファイバが接続するので、合計16本の光ファイバがノードAに接続することになる。各ノードB、D、E、Gと接続する光ファイバを接続先のノード名(現用(W)か予備(P)、右回り(R)か左回り(L))で表現することにする。即ち、図3に示すように、リング#1の現用系では、ノードDからノードAへの光ファイバをD(W,R)、ノードAからノードBへの光ファイバをB(W,R)、ノードBからノードAへの光ファイバをB(W,L)、ノードAからノードDへの光ファイバをD(W,L)と表記し、予備系では、WをPと置き換えて表記する。リング#2でも基本的に同様である。

【0038】図4は、ノードAの概略構成ブロック図を示す。40、42は、図1に図示した光スイッチ回路からなる光スイッチ回路、44、46はそれぞれ、光スイッチ回路40、42においてアドすべき信号光を発生する光送信装置、48、50はそれぞれ光スイッチ回路40、42からドロップされた信号光を光電変換及び受信処理する光受信回路である。

【0039】図4に示すように、光スイッチ回路40の光入力端子X0、X1、X2、X3にはそれぞれ、ノードDからの現用系の右回り回線D(W,R)、ノードGからの現用系の右回り回線G(W,R)、ノードBからの予備系の左回り回線B(P,L)、及びノードEからの予備系の左回り回線E(P,L)が接続する。光スイッチ回路40の光出力端子Y0、Y1、Y2、Y3はそれぞれ、ノードBへの現用系の右回り回線B(W,R)、ノードEへの現用系の右回り回線E(W,R)、ノードDへの予備系の左回り回線D(P,L)及び、ノードGへの予備系の左回り回線G(P,L)に接続する。光スイッチ回路40の光入力端子X4、X5、X6、X7は光送信装置44の光出力に接続し、光スイッチ回路40の光出力端子Y4、Y5、Y6、Y7は光受信装置48の光入力に接続する。

【0040】光スイッチ回路42の光入力端子X0, X1, X2, X3にはそれぞれ、ノードBからの現用系の左回り回線B(W, L)、ノードEからの現用系の左回り回線E(W, L)、ノードDからの予備系の右回り回線D(P, R)、及びノードGからの予備系の右回り回線G(P, R)が接続する。光スイッチ回路42の光出力端子Y0, Y1, Y2, Y3はそれぞれ、ノードDへの現用系の左回り回線D(W, L)、ノードGへの現用系の左回り回線G(W, L)、ノードBへの予備系の右回り回線B(P, R)、及びノードEへの予備系の右回り回線E(P, R)に接続する。光スイッチ回路42の光入力端子X4, X5, X6, X7は、光送信装置46の光出力に接続し、光スイッチ回路42の光出力端子Y4, Y5, Y6, Y7は光受信装置48の光入力に接続する。

【0041】先に図1に示す光スイッチ回路の切替え動作の説明から明らかなように、現用系に注目すると、光スイッチ回路40, 42では、図5及び図6に示すような信号光の流路が可能になる。光スイッチ回路40, 42の信号光の流路の組合せ表をそれぞれ図7及び図8に示す。

【0042】光スイッチ回路40では、図5及び図7に示すように、回線D(W, R)からの入力光を回線B(W, R) (及び、光スイッチ26をクロス接続しているときには、回線D(P, L))に流す場合(ケースA)、回線G(W, R)からの入力光は、回線E(W, R) (及び、光スイッチ36をクロス接続しているときには、回線G(P, L))に流れる。回線D(W, R)からの入力光を回線E(W, R) (及び、光スイッチ36をクロス接続しているときには、回線G(P, L))に流す場合(ケースB)、回線G(W, R)からの入力光は、回線B(W, R) (及び、光スイッチ26をクロス接続しているときには、回線D(P, L))に流れる。光スイッチ回路40において、光スイッチ26のポートY0を光スイッチ回路40の光出力端子Y0に接続し、光スイッチ36のポートY0を光スイッチ回路40の光出力端子Y1に接続するように光スイッチ回路40を変更して光ファイバ分岐カップラ28, 38を取り除けば、回線B(W, R)と回線D(P, L)、及び、回線E(W, R)と回線G(P, L)は択一的になる。

【0043】光スイッチ回路42では、図6及び図8に示すように、回線B(W, L)からの入力光を回線D(W, L) (及び、光スイッチ26をクロス接続しているときには、回線B(P, R))に流す場合(ケースA)、回線E(W, L)からの入力光は、回線G(W, L) (及び、光スイッチ36をクロス接続しているときには、回線E(P, R))に流れる。回線B(W, L)からの入力光を回線G(W, L) (及び、光スイッチ36をクロス接続しているときには、回線E(P, R))に流す場合(ケースB)、回線E(W, L)からの入力光

は、回線D(W, L) (及び、光スイッチ26をクロス接続しているときに、回線B(P, R))に流れる。光スイッチ回路42において、光スイッチ26のポートY0を光スイッチ回路42の光出力端子Y0に接続し、光スイッチ36のポートY0を光スイッチ回路42の光出力端子Y1に接続するように光スイッチ回路42を変更して光ファイバ分岐カップラ28, 38を取り除けば、回線D(W, L)と回線B(P, R)、及び、回線G(W, L)と回線E(P, R)は択一的になる。

10 【0044】図4に示すノードAの構成では、リング#1内、リング#2内、並びに、リング#1から同#2及びその逆に光信号を自在に回送することができる。

【0045】図1に示す実施例では、現用回線からの信号光の切替えに重点を置いており、予備回線からの信号光の切替えについては、現用回線からの信号光と同じ程の切替え能力を持たせていないが、更に、2×2の光スイッチを1つ追加することにより、現用系と予備系を同程度に取り扱うことができる。その変更例の概略構成ブロック図を図9に示す。即ち、利得等化素子14, 16と光スイッチ24, 34との間に2×2の光スイッチ52を設ける。利得等化素子14の出力を光スイッチ52のポートX0に接続し、利得等化素子16の出力を光スイッチ52のポートX1に接続する。光スイッチ52のポートY0を光スイッチ24のポートX1に接続し、光スイッチ52のポートY1を光スイッチ34のポートX1に接続する。

【0046】このように光スイッチ52を追加することにより、光入力端子X2の入力光の供給先として光出力端子Y2及び光出力端子Y3のどちらも選択できるようになり、同時に、光入力端子X2の入力光を光出力端子Y2と光出力端子Y3の空いた方に供給できる。

【0047】図9に示す変更例でも、光スイッチ26のポートY0を光出力端子Y0に接続し、光スイッチ36のポートY0を光出力端子Y1に接続することで、光入力端子X2, X3からの入力光を光出力端子Y0, Y1にも選択的に供給することができるようになる。

【0048】光通信ネットワークでは、伝送容量を拡大する手段として波長分割多重伝送方式が広く検討されている。波長分割多重伝送方式の場合、各回線からの信号光を波長分離した後の個別波長について、図4に示す構成の回線切替えを適用し、その出力光を波長多重すればよい。即ち、光スイッチ40, 42の光入力端子X0, X1, X2, X3の前段に波長分離装置を設け、光出力端子Y0, Y1, Y2, Y3の後段に波長多重装置を設ければよい。

【0049】図10は、波長分割多重伝送方式に対応できるように機能拡張したノードAの概略構成ブロック図を示す。但し、アド/ドロップ光のための光送信装置及び光受信装置については、図示を省略してある。

50 【0050】ノードDから現用系の右回り回線D(W,

R)を介して入力する信号光、ノードGから現用系の右回り回線G(W, R)を介して入力する信号光、ノードBから予備系の左回り回線B(P, L)を介して入力する信号光、及びノードEから予備系の左回り回線E

(P, L)を介して入力する信号光はそれぞれ、光アンプ110-1, 110-2, 110-3, 110-4により光増幅されて、波長分離ユニット112の各波長分離装置112-1, 112-2, 112-3, 112-4に印加される。各波長分離装置112-1, 112-2, 112-3, 112-4は、入力光を各信号波長に分離する。

【0051】波長分離装置112-1, 112-2, 112-3, 112-4の同じ波長の出力は、光スイッチ・ユニット114のn個の光スイッチ回路114-1~114-nの内の同じ光スイッチ回路に供給される。光スイッチ回路114-1~114-nは波長多重されている波長数だけ用意され、その各々は、図1又は図9に示すのと同じ構成からなる。光スイッチ114-1~114-nの4つの出力はそれぞれ、波長多重ユニット116の波長多重装置116-1, 116-2, 116-3, 116-4に印加され、波長多重される。波長多重装置116-1, 116-2, 116-3, 116-4の出力光はそれぞれ、光アンプ118-1, 118-2, 118-3, 118-4により光増幅されて、ノードBへの現用系の右回り回線B(W, R)、ノードEへの現用系の右回り回線E(W, R)、ノードDへの予備系の左回り回線D(P, L)、及びノードGへの予備系の左回り回線G(P, L)に送出される。

【0052】残りの回線についても基本的には同じであり、以下のようになっている。即ち、ノードBからの現用系の左回り回線B(W, L)を介して入力する信号光、ノードEからの現用系の左回り回線E(W, L)を介して入力する信号光、ノードDからの予備系の右回り回線D(P, R)を介して入力する信号光、及びノードGからの予備系の右回り回線G(P, R)を介して入力する信号光はそれぞれ、光アンプ120-1, 120-2, 120-3, 120-4により光増幅されて、波長分離ユニット122の各波長分離装置122-1, 122-2, 122-3, 122-4に印加される。各波長分離装置122-1, 122-2, 122-3, 122-4は、入力光を各信号波長に分離する。

【0053】波長分離装置122-1, 122-2, 122-3, 122-4の同じ波長の出力は、光スイッチ・ユニット124のn個の光スイッチ回路124-1~124-nの内の同じ光スイッチ回路に供給される。光スイッチ回路124-1~124-nも波長多重されている波長数だけ用意され、その各々は、図1又は図9に示すのと同じ構成からなる。光スイッチ回路124-1~124-nの4つの出力はそれぞれ、波長多重ユニット126の波長多重装置126-1, 126-2, 12

6-3, 126-4に印加され、波長多重される。波長多重装置126-1, 126-2, 126-3, 126-4の出力光はそれぞれ、光アンプ128-1, 128-2, 128-3, 128-4により光増幅されて、ノードDへの現用系の左回り回線D(W, L)、ノードGへの現用系の左回り回線G(W, L)、ノードBへの予備系の右回り回線B(P, R)、及びノードEへの予備系の右回り回線E(P, R)に送出される。

【0054】このようにして、波長分割多重伝送方式であっても、図4の場合と同様に、光スイッチ回路114-1~114-n, 124-1~124-nにより信号光の流路を自在に切り替えることができる。光スイッチ回路114-1~114-n, 124-1~124-nを個別に切替え制御することにより、波長毎に異なった流路を選択することも可能になる。

【0055】図1に示す実施例では、回線切替えと同時にアド/ドロップを選択できる機能も具備しているが、次に、選択的アド/ドロップ機能と回線切替え機能の何れか一方を選択できる実施例を説明する。図11は、その実施例の概略構成ブロック図を示す。図11に示す光スイッチ回路は、図2に示すリング・ネットワークのノードAに配置され、回線切替え光スイッチ回路として機能する。ノードAに接続する各回線の呼称は、図3で説明したのと同じである。

【0056】図11に示す実施例は、8つの光入力端子X0~X7、8つの光出力端子Y0~Y7、利得等化素子10~16と同様の8個の利得等化素子210, 212, 214, 216, 218, 220, 222, 224、スルー接続とクロス接続を選択できる2×2の6個の光スイッチ226, 228, 230, 232, 234, 236及び4個の光ファイバ分岐カップラ238, 240, 242, 244からなる。光スイッチ226~236は光スイッチ20~26, 30~36と同様に、スルー接続では、ポートX0がポートY0に接続すると共にポートX1がポートY1に接続し、クロス接続では、ポートX0がポートY1に接続し、ポートX1がポートY0に接続する。

【0057】光入力端子X0にはノードDからの現用回線の右回り回線D(W, R)が接続し、光入力端子X1にはノードBからの予備回線の左回り回線B(P, L)が接続し、光入力端子X2には、ノードBからの現用回線の左回り回線B(W, L)が接続し、光入力端子X3にはノードDからの予備回線の右回り回線D(P, R)が接続する。

【0058】光出力端子Y0はノードBへの現用回線の右回り回線B(W, R)に接続し、光出力端子Y1はノードDへの現用回線の左回り回線D(W, L)に接続し、光出力端子Y2はノードDへの予備回線の左回り回線D(P, L)に接続し、光出力端子Y3はノードBへの予備回線の右回り回線B(P, R)に接続する。

【0059】回線切替え用の光スイッチ回路として機能させる場合、図11に図示したように、光入力端子X4にはノードGからの現用回線の右回り回線G(W, R)が接続し、光入力端子X5には、ノードEからの予備回線の左回り回線E(P, L)が接続し、光入力端子X6には、ノードEからの現用回線の左回り回線E(W, L)が接続し、光入力端子X7にはノードGからの予備回線の右回り回線G(P, R)が接続する。光出力端子Y4はノードEへの現用回線の右回り回線E(W, R)に接続し、光出力端子Y5はノードGへの予備回線の左回り回線G(P, L)に接続し、光出力端子Y6はノードGへの現用回線の左回り回線G(W, L)に接続し、光出力端子Y7はノードEへの予備回線の右回り回線E(P, R)に接続する。

【0060】なお、選択的アド/ドロップ機能を活用する場合には、光出力端子Y4に、回線D(W, R)からの信号光を受信するドロップ光受信回路を接続し、光出力端子Y6に、回線B(W, L)からの信号光を受信するドロップ光受信回路を接続する。同時に、光入力端子X4には、回線B(W, R)及び/又は回線D(P, L)に送出すべき信号光を出力するアド光送信回路を接続し、光入力端子X6には、回線D(W, L)及び/又は回線B(P, R)に送出すべき信号光を出力するアド光送信回路を接続する。

【0061】先ず、図11に示す実施例の配線を接続する。光入力端子X0は、利得等化素子210を介して光スイッチ226の入力ポートX1に接続する。光入力端子X4は、利得等化素子218を介して光スイッチ226の入力ポートX0に接続する。光スイッチ226のポートY0の出力光は光ファイバ分岐カップラ242により2分割され、一方の分割光が光スイッチ228のポートX0に印加され、他方の分割光が光出力端子Y4に印加される。光スイッチ226のポートY1の出力光は光ファイバ分岐カップラ238により2分割され、一方の分割光が光スイッチ230のポートX0に印加され、他方の分割光が光出力端子Y0に印加される。光入力端子X5は利得等化素子220を介して光スイッチ228の入力ポートX1に接続し、光スイッチ228の出力ポートY1は光出力端子Y5に接続する。光入力端子X1は、利得等化素子212を介して光スイッチ230の入力ポートX1に接続する。光スイッチ230の出力ポートY1は、光出力端子Y2に接続する。

【0062】光入力端子X2は、利得等化素子214を介して光スイッチ232の入力ポートX1に接続する。光入力端子X6は、利得等化素子222を介して光スイッチ232の入力ポートX0に接続する。光スイッチ232のポートY0の出力光は光ファイバ分岐カップラ244により2分割され、一方の分割光が光スイッチ234のポートX0に印加され、他方の分割光が光出力端子Y6に印加される。光スイッチ232のポートY1の出

力光は光ファイバ分岐カップラ240により2分割され、一方の分割光が光スイッチ236のポートX0に印加され、他方の分割光が光出力端子Y1に印加される。光入力端子X7は利得等化素子224を介して光スイッチ234の入力ポートX1に接続し、光スイッチ234の出力ポートY1は光出力端子Y7に接続する。光入力端子X3は、利得等化素子216を介して光スイッチ236の入力ポートX1に接続する。光スイッチ236の出力ポートY1は、光出力端子Y3に接続する。

10 【0063】光スイッチ228, 230, 234, 236のポートY0は共に、どこにも接続せずに無反射終端化されている。

【0064】図11に示す実施例でも、先に示した実施例と同様に、光ファイバ分岐カップラ228, 238, 234, 240を設けることにより予備回線から現用回線への切替えの際に、瞬断が発生しないようにできる。即ち、現用回線B(W, R), D(W, L), E(W, R), G(W, L)で障害が発生してそれぞれ予備回線D(P, L), B(P, R), G(P, L), E(P, R)に切り替えている状態で、現用回線B(W, R), D(W, L), E(W, R), G(W, L)が復旧した場合、予備回線D(P, L), B(P, R), G(P, L), E(P, R)から現用回線B(W, R), D(W, L), E(W, R), G(W, L)に切り替えることになるが、その切替えの際に予備回線D(P, L), B(P, R), G(P, L), E(P, R)と現用回線B(W, R), D(W, L), E(W, R), G(W, L)の両方に同じ信号光を流すことができる。

30 【0065】瞬断があってもよければ、光ファイバ分岐カップラ238, 240, 242, 244を除去し、光スイッチ230のポートY0を光出力端子Y0に接続し、光スイッチ236のポートY0を光出力端子Y1に接続し、光スイッチ228のポートY0を光出力端子Y4に接続し、光スイッチ234のポートY0を光出力端子Y6に接続すればよいことは、図1及び図9に示す実施例と同様である。

40 【0066】図12は、光スイッチ226, 228, 230のスルー接続とクロス接続の組合せに対する、光入力端子X0, X1, X4, X5の入力光の出力先を示す表であり、図13は、光スイッチ232, 234, 236のスルー接続とクロス接続の組合せに対する、光入力端子X0, X1, X4, X5の入力光の出力先を示す表である。

【0067】本実施例では、光入力端子X0, X1, X4, X5の入力光の出力先として、図12に示す特定の組合せで光出力端子Y0, Y2, Y4, Y5を選択でき、光入力端子X2, X3, X6, X7の入力光の出力先として、図13に示す特定の組合せで光出力端子Y1, Y3, Y6, Y7を選択できる。

50 【0068】例えば、スイッチ226~236のすべて

をスルー接続にすると、回線D (W, R) からの信号光が回線B (W, R) に、回線B (P, L) からの信号光が回線D (P, L) に、回線G (W, R) からの信号光が回線E (W, R) に、回線E (P, L) からの信号光が回線G (P, L) に供給される。また、回線B (W, L) からの信号光が回線D (W, L) に、回線D (P, R) からの信号光が回線B (P, R) に、回線E (W, L) からの信号光が回線G (W, L) に、回線G (P, R) からの信号光が回線E (P, R) に供給される。即ち、図2のリング#1とリング#2で現用回線同士、予備回線同士が当初の方向に接続した状態になる。

【0069】仮に、光スイッチ230のみをクロス接続にすると、回線D (W, R) の信号光が回線B (W, R) と回線D (P, L) の両方に供給される。これは、現用回線B (W, R) に障害が発生したときの選択肢である。このとき、予備回線B (P, L) は使用不能になり、回線G (W, R) は回線E (W, R) に接続し、回線E (P, L) が回線G (P, L) に接続する。即ち、リング#1では、ノードAとノードBとの間の予備回線が使用不能になるが、リング#2の信号伝送は何ら影響されない。

【0070】先に述べたように、光出力端子Y4, Y6にドロップ光受信回路を接続し、光入力端子X4, X6にアド光送信回路を接続することで、図11に示す光スイッチ回路は、光入力端子X0, X2の入力光をそのまま出力するかアド/ドロップするかを選択できる光スイッチ回路として機能する。換言すると、図11に示す光スイッチ回路はそのまま回線切替え用の光スイッチとしても選択的アド/ドロップ用光スイッチ回路としても動作させることができ、保守部品を共用化できるので、製造コストと運用コストの両方を削減できる。

【0071】

【発明の効果】以上の説明から容易に理解できるように、本発明によれば、複数の回線間で自在に信号光を切り替えることができる。例えば、2つのリング・ネットワークの共通ノードに設置することで、2つのリング・ネットワークを自在に結合でき、分離できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の一実施例の概略構成ブロック図である。

【図2】 2つのリング#1, #2がノードAで結合しているリング・ネットワークの例である。

【図3】 ノードAに接続する回線の説明図である。

【図4】 ノードAの概略構成ブロック図である。

【図5】 光スイッチ回路40の選択可能な流路を示す図である。

【図6】 光スイッチ回路42の選択可能な流路を示す図である。

【図7】 光スイッチ回路40の選択可能な流路の組合せ表である。

【図8】 光スイッチ回路42の選択可能な流路の組合せ表である。

【図9】 図1に示す実施例の変更例の概略構成ブロック図である。

【図10】 波長分割多重伝送方式に対応するノードAの概略構成ブロック図である。

【図11】 回線切替え機能と選択的アド/ドロップ機能を選択できる実施例の概略構成ブロック図である。

【図12】 光スイッチ226, 228, 230のスルー接続とクロス接続の組合せに対する、光入力端子X0, X1, X4, X5の入力光の出力先を示す表である。

【図13】 光スイッチ232, 234, 236のスルー接続とクロス接続の組合せに対する、光入力端子X0, X1, X4, X5の入力光の出力先を示す表である。

【図14】 5つのノード1~5を接続する4ファイバ・リングの概略構成ブロック図である。

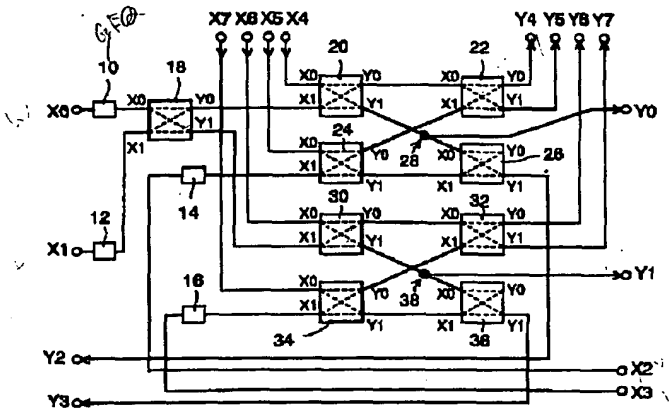
【符号の説明】

- 10, 12, 14, 16 : 利得等化素子
- 20~26 : 光スイッチ
- 28 : 光ファイバ分岐カップラ
- 30~36 : 光スイッチ
- 38 : 光ファイバ分岐カップラ
- 40, 42 : 光スイッチ回路
- 44, 46 : 光送信装置
- 48, 50 : 光受信回路
- 52 : 光スイッチ
- 110-1, 110-2, 110-3, 110-4 : 光アンプ
- 112 : 波長分離ユニット
- 112-1, 112-2, 112-3, 112-4 : 波長分離装置
- 114 : 光スイッチ・ユニット
- 114-1~114-n : 光スイッチ回路
- 116 : 波長多重ユニット
- 116-1, 116-2, 116-3, 116-4 : 波長多重装置
- 118-1, 118-2, 118-3, 118-4 : 光アンプ
- 120-1, 120-2, 120-3, 120-4 : 光アンプ
- 122 : 波長分離ユニット
- 122-1, 122-2, 122-3, 122-4 : 波長分離装置
- 124 : 光スイッチ・ユニット
- 124-1~124-n : 光スイッチ回路
- 126 : 波長多重ユニット
- 126-1, 126-2, 126-3, 126-4 : 波長多重装置

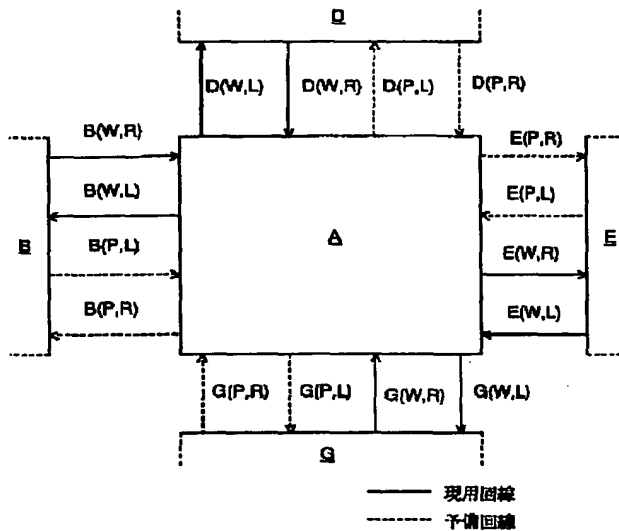
23

128-1, 128-2, 128-3, 128-4: 光
アンプ
210, 212, 214, 216, 218, 220, 2
22, 224: 利得等化素子

【図1】



【図3】



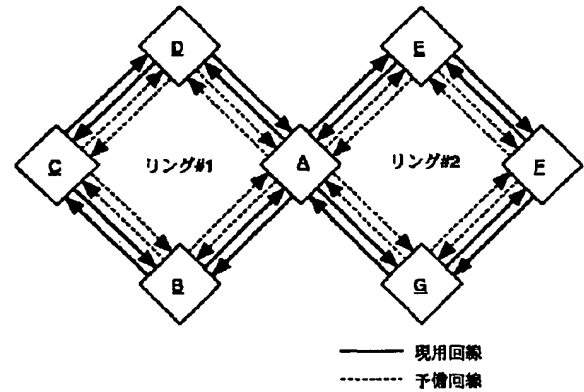
【図7】

A	D(W,R) → B(W,R) (及 D(P,L))	G(W,R) → E(W,R) (及 G(P,L))
B	D(W,R) → E(W,R) (及 G(P,L))	G(W,R) → B(W,R) (及 D(P,L))

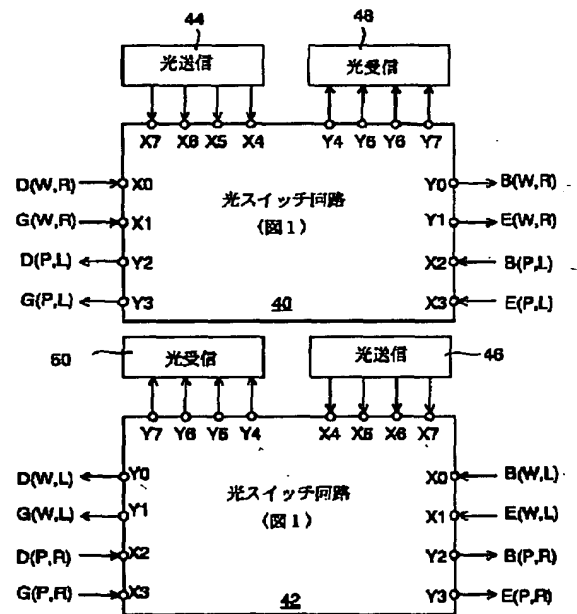
24

226, 228, 230, 232, 234, 236: 光
スイッチ
238, 240, 242, 244: 光ファイバ分岐カ
ップラ

【図2】



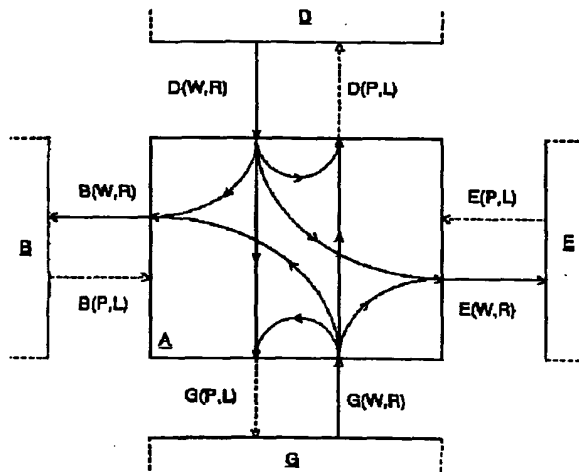
【図4】



【図8】

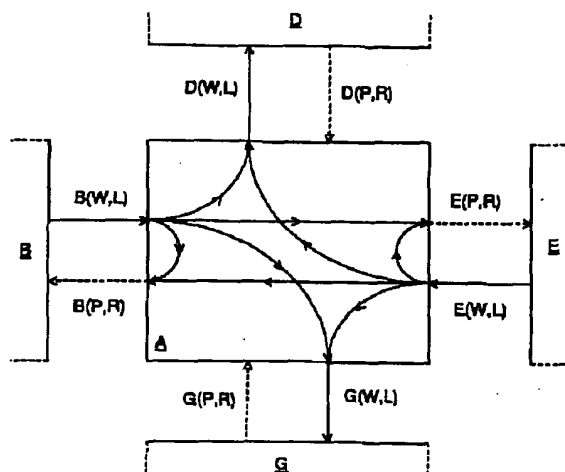
A	B(W,L) → D(W,L) (及 B(P,R))	E(W,L) → G(W,L) (及 E(P,R))
B	B(W,L) → G(W,L) (及 E(P,R))	E(W,L) → D(W,L) (及 B(P,R))

【図 5】



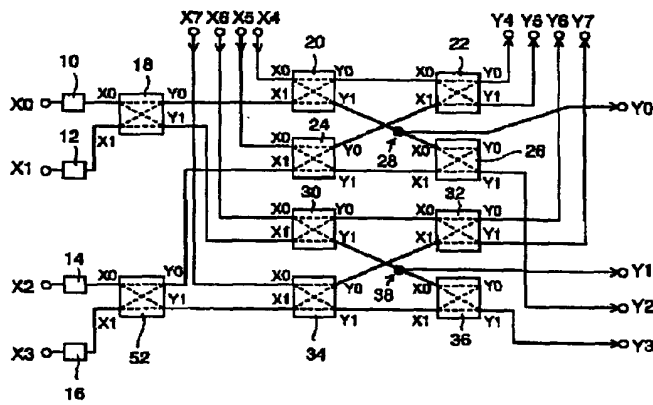
—— 現用回線
 - - - 予備回線

【図 6】

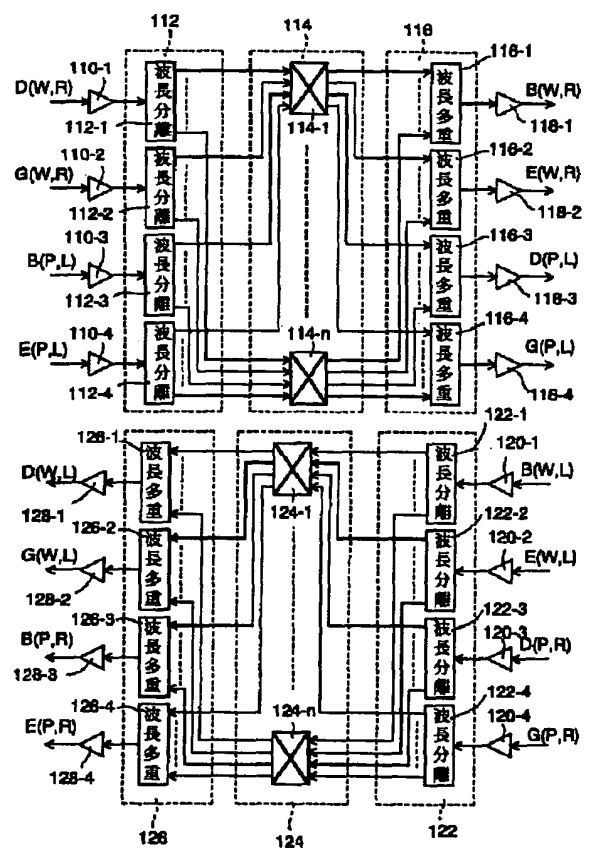


—— 現用回線
 - - - 予備回線

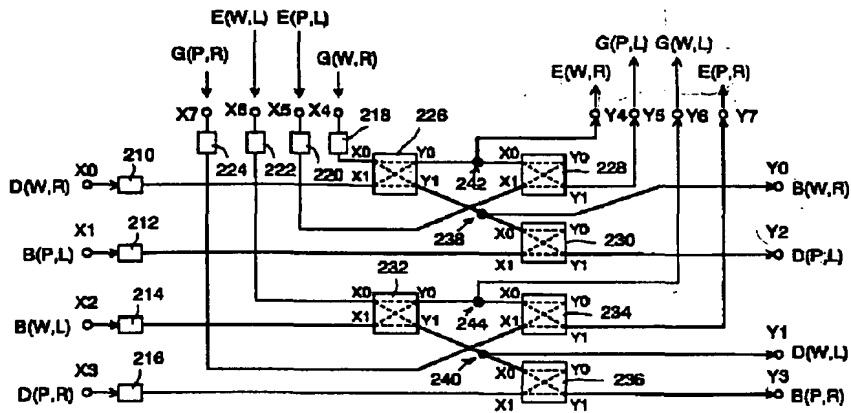
【図 9】



【図 10】



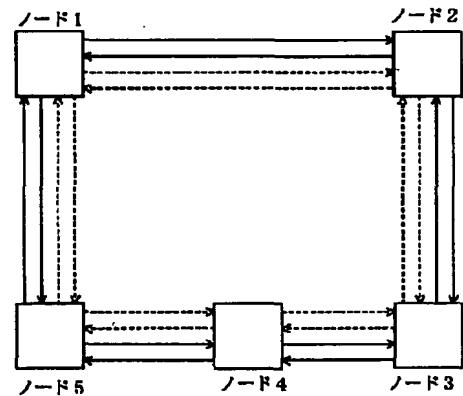
【図11】



【図12】

SW226	SW228	SW230	X0	X1	X4	X5
スルー	スルー	スルー	Y0	Y2	Y4	Y5
		クロス	Y0とY2	—	Y4	Y5
	クロス	スルー	Y0	Y2	Y4とY5	—
		クロス	Y0とY2	—	Y4とY5	—
クロス	スルー	スルー	Y4	Y2	Y0	Y5
		クロス	Y4	—	Y0とY2	Y5
	クロス	スルー	Y4とY5	Y2	Y0	—
		クロス	Y4とY5	—	Y0とY2	—

【図14】



【図13】

SW232	SW234	SW236	X2	X3	X6	X7
スルー	スルー	スルー	Y1	Y3	Y6	Y7
		クロス	Y1とY3	—	Y6	Y7
	クロス	スルー	Y1	Y3	Y6とY7	—
		クロス	Y1とY3	—	Y6とY7	—
クロス	スルー	スルー	Y6	Y3	Y1	Y7
		クロス	Y6	—	Y1とY3	Y7
	クロス	スルー	Y6とY7	Y3	Y1	—
		クロス	Y6とY7	—	Y1とY3	—

—— 実用伝送路
 ----- 予備伝送路

